

# Monitoramento *Online* de Frequência de Motor CC Via Raspberry Pi

Renan P. Figueiredo<sup>1</sup>, Douglas L. Dias<sup>1</sup>, Pedro H. M. Araujo<sup>1</sup>, Sandro C. S. Jucá<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Telemática – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) CEP 61939-140 – Maracanaú – CE – Brasil

{renanpdef, dldouglaslopes, hericsonaraujo2013, sandro.juca}@gmail.com

**Abstract.** *The present paper describes the development of a system for monitoring the frequency of an engine through the acquisition data, using the concept of the Internet of Things. The monitoring system was developed using the Linux embedded system in a microcomputer known as Raspberry Pi together with a magnetic field sensor and three multiplexed displays for face monitoring.*

**Resumo.** *O presente artigo descreve o desenvolvimento de um sistema para o monitoramento online da frequência de um motor através da aquisição de dados, utilizando o conceito da Internet das Coisas. O sistema de monitoramento foi desenvolvido utilizando um sistema embarcado Linux em um microcomputador conhecido como Raspberry Pi em conjunto com um sensor de campo magnético e três displays multiplexados para monitoramento presencial.*

## 1. Introdução

Serviços de monitoramento são aplicados nas indústrias, em um processo que pode ser chamado de manutenção preventiva. Dentro desse processo, é incumbido o monitoramento dos equipamentos, como a verificação da frequência da rotação de um motor, a temperatura ou até mesmo o som por ele produzido. Projetos que visam à automação desses serviços são desenvolvidos, não somente para supervisionar motores, como também para verificar o processo de geração de energia elétrica [Brito 2012].

Sistemas automatizados de monitoramento e aquisição de dados estão muitas vezes relacionados ao conceito da Internet das Coisas (IoT). Nesse conceito, faz-se presente a comunicação entre coisas, sem a intervenção de pessoas. Se os computadores soubessem de tudo sobre as coisas, através de dados colhidos sem a interação humana, poder-se-ia monitorar e mensurar tudo, reduzindo o desperdício e o custo. Assim, os computadores devem ser equipados com seus próprios meios de recolha de dados para que possam ser independentes. Dessa forma, a IoT tem o potencial de mudar o mundo tanto quanto o surgimento da internet [Ashton 2009].

Visando facilitar os serviços de monitoramento realizados pelas indústrias, este trabalho consiste no desenvolvimento de um sistema de monitoramento de frequência de motores de forma automatizada, além de permitir o acesso aos dados coletados pelo sistema a qualquer hora e em qualquer lugar desde que se tenha acesso à internet. Dessa forma, este trabalho também tem o intuito de promover o conceito da IoT.

Em razão do baixo custo, a pesquisa foi desenvolvida com a utilização de um sistema embarcado Linux em um microcomputador chamado Raspberry Pi. Ele se

mostra uma ótima alternativa para a área de automação e informática industrial, integrando diversos recursos em um único dispositivo, sendo muito útil para um sistema de monitoramento. Além disso, o Raspberry Pi possui eletrônica embarcada sofisticada e é de fácil manuseio [Michels 2014].

## 2. O Sistema de Monitoramento e os Componentes

Nas subseções abaixo são descritos os componentes utilizados no sistema de monitoramento desenvolvido, bem como o motivo de sua utilização.

### 2.1. Microcomputador Raspberry Pi com sistema embarcado Linux

O Raspberry Pi, também chamado de RPI, é um microcomputador de baixo custo desenvolvido com o propósito de ensinar programação às crianças, assim como os fundamentos da computação. O RPI é capaz de fazer tudo que um computador pode fazer, podendo ser usados por pessoas de qualquer idade [Foundation 2015]. Mas diferente de um *laptop*, é mais parecido com os componentes internos de um celular, porém expostos, tendo muito conectores acessíveis para os desenvolvedores [Richardson e Wallace 2013].

O modelo que será utilizado neste estudo é o Raspberry Pi B+ (Figura 1) com um processador de 750 MHz e 512 MB de RAM. Esse modelo possui uma quantidade consideravelmente maior de pinos de entrada e saída, em comparação aos modelos anteriores e com mais memória se comparado ao Raspberry Pi A+, e também um custo menor que o modelo mais atual, o Raspberry Pi 2.

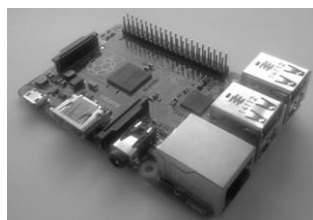


Figura 1. Raspberry Pi modelo B+

Assim como em um computador pessoal, é necessário instalar um sistema operacional no RPI. Neste trabalho será utilizado a distribuição Linux Raspbian, que é uma variante do Debian otimizada para o conjunto de instruções do hardware do Raspberry Pi. O Raspbian é um Software Livre com mais de 35.000 pacotes pré-compilados que podem ser facilmente instalados como um sistema embarcado Linux no Raspberry Pi [Raspbian 2015].

### 2.2. Sensor magnético

O sensor magnético é responsável por calcular as rotações do motor, necessitando que um ímã seja fixado em uma de suas extremidades. Toda vez que o ímã passa perto do sensor magnético é enviado um pulso a um pino de entrada do RPI. Um programa desenvolvido em linguagem C é responsável por contabilizar esses pulsos durante um período de tempo e retornar o valor em rotações por minuto.

O módulo do sensor utilizado possui apenas três pinos: dois usados para a alimentação do circuito e um pino dedicado a enviar os pulsos ao RPI quando um campo magnético for detectado.

## 2.4. Motor de corrente contínua

Motors CC são motores de corrente contínua (CC) com caixa de redução e placa eletrônica de controle, utilizados geralmente em robótica e em veículos de controle remoto. O sistema foi desenvolvido para contabilizar a frequência de rotação desses motores. Foi implementado o PWM (*Pulse-Width Modulation*) para controlar a largura de pulsos ao motor CC e assim alterar a velocidade. Dessa forma, é possível ratificar o funcionamento do sistema de monitoramento, contabilizando as alterações da frequência do motor conforme a largura dos pulsos enviados ao motor CC [Monk 2014a].

## 2.5. Display de sete segmentos

Os *displays* de sete segmentos são utilizados como elementos de comunicação visual em painéis e outros instrumentos. Para ser possível mostrar números com três dígitos é necessário um arranjo com os *displays*. Uma forma de construir esse arranjo é através da utilização de uma configuração multiplexada (Figura 2), assim, para cada display acrescentado é necessário o uso de um único pino a mais do RPI, o pino usado para selecionar o *display*, economizando pinos do conector GPIO [Puhlmann 2014].

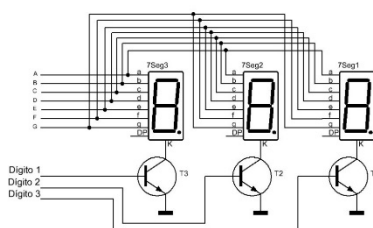


Figura 2. Displays de sete segmentos multiplexados

Na multiplexação deve-se considerar a frequência de acionamento dos *displays* e o número de *displays*. A frequência de multiplexação deve ser adotada com um valor acima de 24 Hz para não ser possível perceber a cintilação dos displays. Outro fato que deve ser considerado é a diminuição da corrente média no *display* conforme diminui o *duty cycle* (razão cíclica), causando a diminuição no brilho do *display*. Assim, para aumentar o brilho devem-se recalculer os resistores de limitação de corrente.

## 3. Desenvolvimento do Sistema

### 3.1. Ferramentas utilizadas

Durante o desenvolvimento do trabalho foram utilizadas diversas ferramentas para a melhor manipulação do Raspberry Pi. Nos tópicos abaixo são descritos as funcionalidades de cada uma dessas ferramentas e a razão pela qual elas foram utilizadas.

#### 3.1.1. Biblioteca wiringPi

O software para contabilizar a frequência da rotação do motor e postar as informações no banco de dados foi desenvolvido em C, linguagem de programação usual em ambiente de automação, sendo necessário o uso da biblioteca wiringPi. Essa biblioteca é escrita em C e permite o acesso à interface GPIO do Raspberry Pi. Ela inclui um utilitário de linha de comando que pode ser usado para programar e configurar os pinos GPIO do microcomputador [Wiring Pi 2015].

### 3.1.2. Softwares para acesso remoto ao RPI

O Raspberry Pi necessita de uma TV e um cabo HDMI para que se possa visualizar o sistema. Como uma alternativa ao uso desses equipamentos, pois podem não estar disponíveis a todos os laboratórios, pode-se utilizar tanto o Putty quanto o TightVNC, que são ferramentas que possibilitam o acesso remoto a outras máquinas [Monk 2014b].

O Putty é um cliente SSH e telnet desenvolvido para a plataforma Windows, sendo um software de código aberto. Ele utiliza o SSH para conectar a computadores remotos, permitindo controlar o RPI através de qualquer outro computador, sem a necessidade de nenhuma instalação ou configuração no Raspberry Pi, apenas no computador que fará o acesso remoto. No entanto, o Putty não permite o acesso ao ambiente gráfico, sendo necessário o uso do TightVNC, que é um software livre de controle remoto que permite visualizar o RPI de uma máquina remota e controlá-lo.

### 3.1.3. Sistema de compartilhamento SAMBA

O SAMBA é um servidor de arquivos remotos compatíveis que permite que máquinas Linux e Windows se comuniquem entre si, sendo capaz de interligar redes heterogêneas. Através dele é possível compartilhar arquivos e diretórios através do protocolo SMB (*Server Message Block*)/CIFS (*Common Internet File System*) e até criar um controlador de domínios [Silva 2010]. Com o seu uso pode-se desenvolver o software de controle em outros computadores, e posteriormente passar os arquivos desenvolvidos, de forma rápida e eficaz, para o RPI, a fim de realizar os testes de verificação do software.

## 3.2. Montagem do sistema de monitoramento

Para a montagem do sistema é necessário à análise do conector das portas GPIO (Figura 3). Dessa forma pode-se escolher a melhor pinagem para cada dispositivo, evitando conectá-los em pinos inapropriados que podem comprometer todo o sistema, uma vez que o RPI tem tatos pinos com saída de 3,3V quanto com saída de 5V.

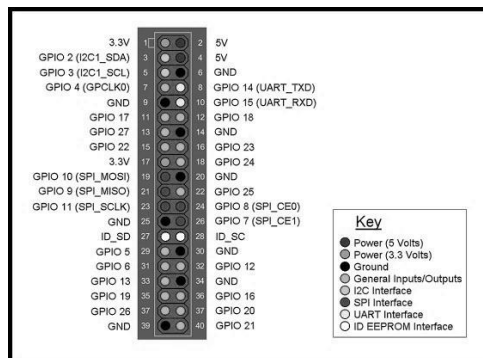


Figura 3. Conector das portas GPIO do Raspberry Pi B+

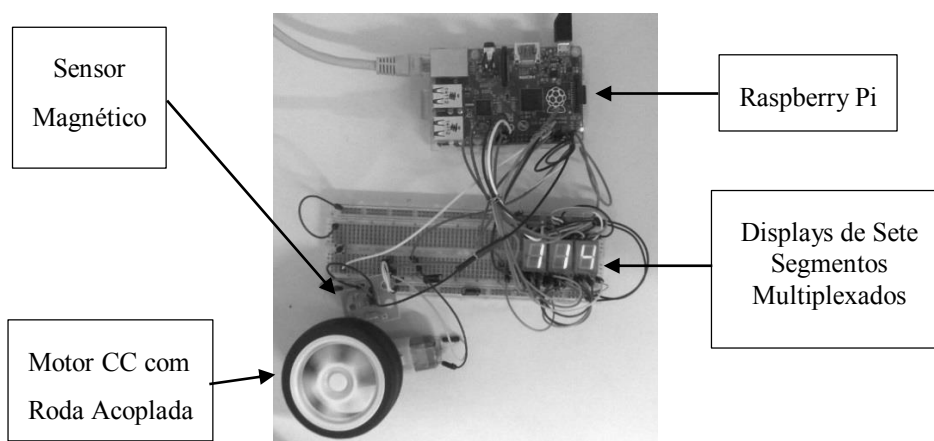
No sistema foi utilizado três displays de sete segmentos multiplexado para demonstrar o valor da frequência em rotações por minuto. Na integração dos displays com o Raspberry Pi, são necessários dez pinos GPIO. Os pinos 29, 31, 32, 33, 35, 36 e 37 são usados para selecionar cada segmento do display de sete segmentos e os pinos 13, 16 e 18 para selecionar o display que deverá ser acionado. Como são multiplexados, os displays são acionados alternadamente de forma imperceptível ao olho humano.

O motor foi alimentado com a fonte de 5V do pino 2 e é possível alternar a velocidade de rotação do motor mediante o uso de um botão, que ao pressionado, a largura do pulso emitido pelo pino 12 é alterado, podendo aumentar ou diminuir a velocidade de giro do motor. Com um ímã fixado em uma das extremidades da roda do motor, é possível contabilizar a quantidade de giros por meio do sensor magnético, que ao detectar a presença de um campo magnético, envia um pulso a um pino do RPI. A soma desses pulsos em um período de tempo representa a frequência do motor.

O software que gerencia todas as funções do sistema foi desenvolvido utilizando o conceito de pseudo-parallelismo através de *Threads*. Com o uso desse conceito, o sistema torna-se mais eficiente, pois as funções são executadas alternadamente, em uma frequência alta o suficiente para parecer que estão sendo executadas ao mesmo tempo. Com o pseudo-parallelismo, a postagem de informações no banco de dados se tornou mais rápido e os displays mostram os valores de forma ininterrupta.

#### 4. Resultado

O sistema desenvolvido obteve um ótimo funcionamento. O Raspberry Pi não apresentou problemas na integração com os componentes. Todos os componentes e suas ligações podem ser observados na Figura 4.



**Figura 4. Circuito para o monitoramento da frequência do motor**

A postagem no banco de dados realizado pelo software em C executado no Raspberry Pi foi bem sucedida. Como pode ser observado na Figura 5, existem cinco campos no banco de dados, sendo o primeiro um campo para a informação da data e da hora em que a postagem ocorreu, informação esta que é fornecida pelo próprio banco de dados. As informações dos quatro campos restantes são fornecidas pelo software em execução, indicando o nome da informação postada, o valor da frequência obtida, a unidade de medida e o nome do responsável pelo sistema.

	A	B	C	D	E
1	Indicação de data e hora	S1	S2	S3	S4
294	10/03/2015 08:07:07	Frequencia_do_Motor:		108 RPM	Renan_Figueiredo
295	10/03/2015 08:07:22	Frequencia_do_Motor:		108 RPM	Renan_Figueiredo
296	10/03/2015 08:07:38	Frequencia_do_Motor:		108 RPM	Renan_Figueiredo
297	10/03/2015 08:07:53	Frequencia_do_Motor:		108 RPM	Renan_Figueiredo
298	10/03/2015 08:08:08	Frequencia_do_Motor:		108 RPM	Renan_Figueiredo
299	10/03/2015 08:08:23	Frequencia_do_Motor:		114 RPM	Renan_Figueiredo
300	10/03/2015 08:08:39	Frequencia_do_Motor:		114 RPM	Renan_Figueiredo
301	10/03/2015 08:08:54	Frequencia_do_Motor:		108 RPM	Renan_Figueiredo

**Figura 5. Banco de dados com as informações coletadas**

## 5. Conclusão

O Raspberry Pi impressiona pela variedade de recursos, e a simplicidade de programá-lo, sendo um dispositivo bastante confiável para um sistema de monitoramento.

Todo o trabalho foi desenvolvido com uso de softwares livres. O sistema elaborado se mostrou eficiente para o monitoramento de frequência de um motor. Embora o objetivo principal desta pesquisa seja o monitoramento *online* através da aquisição de dados, de modo a promover a Internet das Coisas, a possibilidade de visualização da frequência do motor através dos *displays* de sete segmentos foi muito útil para o aumento da confiabilidade do sistema. Dessa forma, mesmo que haja uma falha de conexão à internet é possível visualizar a frequência do motor pelos *displays*.

## Referências

- Brito, F. T., Jucá, S. C. S. e Carvalho, P. C. M. (2012) “Controllogger: A remote monitoring system for decentralized renewable energy sources”, *Renewable Energy and Power Quality Journal*, v. 10, p. 432.
- Ashton, K. (2009) “That ‘Internet of Thing’ Thing”, *RFID Journal*. 22 de Junho.
- Michels, L. B., Gruber, V. e Casagrande, L.C. (2014) “Uso do Raspberry Pi para Automatizar e Gerenciar Prensas Via Internet com Baixo Custo”, In: *Anais da 18ª Conferência Internacional de Forjamento, Brasil, Porto Alegre (RS)*.
- WiringPi (2015) “Wiring Pi: GPIO Interface library for the Raspberry Pi”, <http://wiringpi.com/>, Acesso em 28/01/2015.
- FOUNDATION, R. P. (2015) Raspberry Pi. Disponível em: <http://www.raspberrypi.org>, Acesso em 15/03/2015.
- Richardson, M. e Wallace, S. (2013) Instalação e Configuração. In: Richardson, M. e Wallace S. “Primeiros Passos com o Raspberry Pi”, São Paulo: Novatec Editora, p.17-36.
- Raspbian (2015) “Welcome to Raspbian”, <http://www.raspbian.org/>, Acesso em 22/01/2015.
- Monk, S. (2014a) Motors, In: Monk, S. “Raspberry Pi Cookbook: Software and Hardware Problems and Solutions”, Sebastopol, CA: O’Reilly, p.237-264.
- Puhlmann, H. (2014) “Displays de LED de 7 Segmentos”, [http://www.embarcados.com.br/displays\\_led\\_7\\_segmentos/](http://www.embarcados.com.br/displays_led_7_segmentos/), Acesso em 15/02/2015.
- Monk, S. (2014b) Networking. In: Monk, S. “Raspberry Pi Cookbook: Software and Hardware Problems and Solutions”, Sebastopol, CA: O’Reilly, p.31-52.
- Silva, G. M. (2010) SAMBA, In: Silva, G. M. “Guia Foca GNU/Linux”, <http://www.guiafoca.org/cgs/guia/avancado/ch-s-samba.html>, Acesso em 19/03/2015.